

BIOTEKNOLOGI: SATU PENGENALAN

oleh

Mohamad Roji Sarmidi

Abstrak

Bioteknologi adalah bidang yang luas. Sejarah perkembangan, takrif moden dan keupayaan bidang ini dibincang. Dengan terjumpanya kaedah-kaedah baru di dalam biologi molekul dan kawalan proses dengan komputer dimensi-dimensi baru terbuka luas seperti penanaman sel mamalia, pengolahan DNA gabungan semula dan penderia biologi.

Pengenalan

Bioteknologi adalah satu bidang yang paling pesat berkembang di dalam sains dan teknologi pada dekad ini. Walaupun proses-proses biologi telah bersama manusia semenjak beribu-ribu tahun, asas saintifik hanya mula dimajukan tidak lebih daripada seratus tahun yang lalu. Peperangan dunia pertama mendesak pengeluaran bahan kimia organik selain daripada sumber batu arang dan peperangan dunia kedua mempercepatkan perkembangan dalam kaedah penapaian kultur tulen tenggelam berudara di dalam usaha untuk mengeluarkan antibiotik (Penicilin) yang amat diperlukan ketika itu.

Bioteknologi adalah istilah baru yang digunakan untuk teknologi yang berasaskan biologi. Ia adalah satu kebangkitan baru dalam penggunaannya di berbagai bidang dengan terserlahnya kaedah-kaedah baru untuk memanfaatkan sains biologi. Dalam sepuluh tahun yang lepas kemajuan dalam kaedah-kaedah baru terutamanya pengolahan DNA gabungan semula dan imunologi menyemarakkan lagi kebangkitan bioteknologi sebagai satu bidang yang berkeupayaan dan penuh dengan pembaruan. Walau bagaimanapun, teknologi ini adalah gabungan berbagai disiplin yang saling kait mengait antara satu dengan yang lain. Walau bagaimanapun perkembangan pesat yang sedang dialami dalam bidang ini, penemuan-penemuan baharu bertambah dari masa ke masa. Sekarang ini kegunaannya bukan sahaja tertumpu di sektor perubatan dan makanan tetapi telah mula menjangkau ke bidang-bidang lain seperti perolehan logam daripada bijih yang bermutu rendah dan juga dalam perolehan minyak tertingkat.

Keluaran

Keluaran barangan dari industri bioteknologi semakin meluas. Jadual 1 memberikan anggaran jumlah pengeluaran hasil penapaian pada tahun 1987 di seluruh dunia (3).

Jadual 1 : Anggaran Pengeluaran Dunia Hasil Proses Bioteknologi

Keluaran	Pengeluaran x 10 ⁴ tan/tahun
Etanol	700
Sirap Jagung Fruktosa Tinggi (HFCS)	500
Protein sel tunggal	50
Asid Amino	50
Asid Sitrik	30
Yis	20
Enzim	5
Antibiotik	3

Secara umum bioteknologi boleh ditakrifkan seperti berikut:-

"Bioteknologi ialah penggunaan sepadu bidang biokimia, mikrobiologi, genetik dan kejuruteraan proses untuk memanfaatkan secara praktikal keupayaan mikroorganisma, sel tisu kultur atau sebahagian daripadanya".

Mikroorganisma dan sel yang terlibat merangkumi bakteria, yis, fungi, sel mamalia dan sel tumbuh-tumbuhan. Keupayaan mikroorganisma melakukan proses penjelmaan dan pengubahan bahan mentah kepada hasil merupakan eksploitasi asas di dalam proses bioteknologi. Proses penjelmaan dan perubahan ini dilakukan oleh mikroorganisma melalui proses penapaian. Proses penapaian inilah sebenarnya yang menjadi paksi kepada proses bioteknologi. Pada masa ini terdapat lima kumpulan hasil penapaian yang telah dieksploitasi dengan meluas.

- i) Pengeluaran sel/biojisim
- ii) Pengeluaran enzim
- iii) Pengeluaran metabolit utama dan metabolit sekunder
- iv) Proses penjelmaan
- v) Penguraian bahan

Selain dari yang tersenarai di Jadual 1 banyak lagi hasil-hasil penapaian yang diperdagangkan. Pertumbuhan yang dianggarkan dalam sektor ini adalah memberangsangkan. Pasaran untuk hasil-hasil bioteknologi dianggarkan pada tahun 2000 adalah sebanyak US\$65 billion (1). Lihat Jadual II.

**Jadual II : Upaya Pertumbuhan Pasaran Hasil Bioteknologi
Pada Tahun 2000**

SEKTOR PASARAN	US \$ (juta)
Tenaga	16,350
Makanan	12,655
Bahan Kimia	10,550
Perubatan	9,550
Pertanian	8,546
Perolehan Logam	4,570
Kawalan Pencemaran	100
Lain-lain	3,000
Jumlah	64,851

Perkembangan Sejarah Bioteknologi

Seperti yang telah dinyatakan awal-awal lagi bermulanya aktiviti manusia di dalam bidang ini adalah telah begitu lama. Secara umum perkembangannya boleh dibahagikan kepada empat fasa, sehingga sampai kepada apa yang dikatakan bioteknologi moden.

1) Pengeluaran Makanan

Makanan tradisi seperti pembuatan roti dengan menggunakan yis telah dilakukan sejak 4000 tahun sebelum masehi. Pemprosesan makanan berdasarkan mikroorganisma merangkumi pembuatan makanan susu tertapai seperti keju, tairu dan berdasarkan kacang soya seperti kicap dan tempe memang telah lama dilakukan. Walau bagaimanapun, tidak dapat dipastikan sama ada proses-proses ini dimulakan secara kebetulan atau daripada percubaan-percubaan hasil daripada gerak hati manusia. Secara umum mikroorganisma yang terlibat dalam pemprosesan makanan tradisi di Eropah adalah daripada jenis bakteria dan yis. Di Asia pula adalah terdiri dari yis dan fungi.

Apa yang jelas ialah Pencipta Alam ini telah membekalkan manusia dengan ilham untuk memanfaatkan sumber-sumber alam ini. Sehingga kini proses ini masih terus dilakukan tetapi dengan cara yang lebih kemas dan teratur dengan menggunakan teknologi pemprosesan yang ada.

2. Proses Tidak Steril

Telah terdapat banyak sebatian seperti etanol/butanol dan aseton dikeluarkan melalui penapaian secara terbuka semenjak akhir kurun yang kesembilan belas. Proses tersebut dilakukan tanpa pensterilan kerana hasil yang dikeluarkan dengan sendirinya menjadi bahan penghalang pertumbuhan mikroorganisma yang lain. Dengan adanya pertemuhan petroleum bahan-bahan tersebut dapat disintesis dengan lebih murah daripada sumber hidrokarbon. Ini menjadikan industri penapaian mula merosot di kala itu. Walau bagaimanapun, krisis tenaga yang dialami pada awal tahun tujuh puluhan, teknologi penapaian mula dimajukan kembali. Mengikut anggaran hasil Bioteknologi pada tahun 2000, sektor tenaga dan bahan kimi adalah menduduki tahap terpenting. (Jadual II).

Sebagai contoh ialah gasohol (gasoline-ethanol blend). Di negeri Jepun di bawah rancangan "*MITI'S System for Development of Bioindustries*" kerajaan meletakkan bahan api gantian dan pembuatan bahan kimia dari sumber biojisim sebagai rancangan keutamaan.

Satu lagi penapaian tidak steril yang mustahak ialah perawatan air sisa buangan dan pengomposan. Dari segi isipadu inilah proses penapaian yang terbesar (tetapi tidak terkenal) untuk menstabilkan dan memanfaatkan sisa buangan.

3. Proses Steril

Era dan arah baharu dalam proses bioteknologi bermula pada awal tahun empat puluhan di mana penanaman massa kultur tulen diperlukan untuk pembuatan antibiotik, enzim asid amino dan lain-lain lagi. Dalam proses ini penyingkiran mikroorganisma selain daripada yang dikehendaki di sepanjang proses penapaian adalah kritikal. Teknik dan kaedah kejuruteraan yang mengambil kira rekabentuk untuk menjalankan pindah haba, pindah jisim dari persekitaraan kepada mikroorganisma dan sebaliknya tanpa sebarang pencemaran kepada kultur tulen adalah diperlukan. Industri proses pada masa itu tidak dapat memenuhi kehendak ini. Di sinilah bermulanya bidang kejuruteraan biokimia yang merintis jalan ke arah merealisasikan proses-proses ketahap skala besar. Projek perintis jalan tersebut ialah proses pembuatan pencillin dengan menggunakan *Penicillium Chrysogenum* dalam keadaan kultur tenggelam berudara. Gabungan disiplin kejuruteraan kimia mikrobiologi dan diperlukan untuk proses biologi bukan sahaja dalam penapaian tetapi juga dalam proses hiliran, dalam pemisahan hasil penapaian.

4. Dimensi Baru Dalam Bioteknologi

Dalam dekad ini dan yang lepas perkembangan-perkembangan dalam biologi molekul dan kawalan proses dengan komputer lebih-lebih lagi mikrokomputer membuka ruang dan dimensi baru untuk diterokai di samping menambah kecekapan proses-proses yang telah sedia ada. Kawalan proses penapaian dengan mikrokomputer membolehkan sistem dibangunkan dengan lebih murah dan mudah.

Ruang dan Dimensi Yang Terserlah Adalah Seperti Dalam Jadual III.

Jadual III : Dimensi Yang Merangsang Pembangunan Bioteknologi

Pengolahan DNA gabungan semula
Tisu Kultur
Pelakuran protoplast
Pengubahsuaian struktur protein
Penderia biologi
Kawalan proses dengan komputer
Sel dan enzim tersekat

a) Pengolahan DNA Gabungan Semula

Pengolahan DNA gabungan semula, pengkelonan DNA atau istilah yang beremosi dan kurang tepat "*Kejuruteraan gin*" ialah satu teknik yang membolehkan pemirauan berbagai mekanisme yang menyekat pemindahan gin antara organisma yang tidak mempunyai keserasian ginnya. Proses penggabungan DNA adalah jitu sifatnya. Ini membolehkan pengolahan yang rumit dapat dilakukan di luar sel. Teknik ini bergantung kepada keupayaan penyarian dan penulenan DNA. Setelah DNA tulen dihasilkan, ia perlu dipotong kepada serpihan-serpihan yang mengandungi gin berkenaan. Serpihan-serpihan yang berkenaan disambung kepada molekul DNA dan dimasukkan ke dalam sel hos di mana ia boleh diungkap. Pemotongan dan penyambungan molekul DNA dilakukan dengan beberapa cara-cara yang biasa dilakukan ialah dengan menggunakan enzim "DNA ligase" untuk penyambungan. Dengan terjumpanya kaedah ini dimensi-dimensi baru terbuka luas untuk dieksploitasikan. Setakat ini insulin dan interferon yang memang hanya terdapat daripada mamalia dapat dikeluarkan secara penapaian dengan menggunakan *Escherichia Coli* sebagai sel hos.

b. Teknologi Enzim

Enzim adalah mangkin biologi yang digunakan oleh sel dan mikroorganisma untuk berbagai tindakbalas kimia yang dikenali sebagai kimia kehidupan. Keupayaan enzim untuk melakukan penukaran bahan mentah pada suhu dan pH yang sederhana dengan ketentuan tinggi adalah merupakan ciri-ciri kelebihan di samping itu tindakbalasnya boleh dikawal dengan mudah melalui pengawalan keadaan tindakbalas seperti suhu dan pH. Teknologi enzim merupakan bidang yang melibatkan pengeluaran dan penggunaan enzim di dalam berbagai-bagai industri, seperti makanan, perubatan dan kimia.

Penggunaan enzim dalam proses industri tidak menarik melainkan ianya diperolehi semula selepas tindakbalas. Masalah ini telah diatasi dengan kaedah terhalang gerak di atas Penyokong pepejal. Dengan kaedah ini teori dan amalan dalam bidang tindakbalas mangkin di industri kimia dapat digunakan. Salah satu contoh yang berjaya dipasarkan dengan meluas ialah pengeluaran sirap jagung fruktosa tinggi (HFCS).

Bidang-bidang lain yang diperlukan dalam menjayakan sesuatu projek bioteknologi ialah pemisahan biomolekul. Kaedah pemisahan yang ada dalam proses industri banyak tidak dapat digunakan kerana bahan-bahan bilologi adalah bahan yang peka haba, peka dengan keadaan kimia dan mudah tercemar dengan mikroorganisma. Kebanyakan proses pemisahan molekul biologi adalah hak milik satu-satu syarikat.

Pada masa ini proses biologi telah mula digunakan dalam industri Petroleum. Walaupun penggunaannya belum meluas tetapi keupayaannya telah menggerakkan beberapa syarikat minyak mengambil langkah susulan. Bidang yang telah didapati berkeupayaan ialah seperti berikut:-

i. Perolehan Minyak Tertingkat¹⁵

Menurut Jabatan Tenaga USA lebih kurang 440 bilion tong minyak mentah telah dijumpai di USA dan lebih kurang 100 bilion tong telah diperolehi. Menurutnyanya 28 bilion tong lagi boleh diperolehi melalui pengerudian utama. Ini meninggalkan lebih kurang 100 bilion tong tertinggal. Walau bagaimanapun pakar-pakar dalam bidang ini menjangka 45 bilion tong boleh didapati dengan kaedah Perolehan Minyak Tertingkat. Kaedah yang digunakan sekarang ialah dengan suntikan stim, suntikan karbon dioksida, pembanjiran kaustik, pembanjiran polimer dan pembanjiran agen giat permukaan-polimer. Tetapi teknik ini tidak melebihi 1% daripada jumlah pengeluaran atas beberapa sebab ekonomi dan teknikal. Mikroorganisma boleh menghasilkan agen giat permukaan dan juga biopolimer, yang didapati sesuai untuk kegunaan Perolehan Minyak Tertingkat. Syarikat seperti Petrogenetics, Petrogen, Elf Aquitaine dan Genex sedang memajukan kaedah ini.

ii. Pembersihan Persekitaran

Pembersihan baki minyak berat dalam tangki penyimpan adalah operasi yang mahal dan mengambil masa. Syarikat Petroferm di USA menggunakan agen giat permukaan biologi untuk tugas ini dan didapati lebih berkesan. Begitu juga teknik tersebut digunakan untuk mengurangkan kelikatan minyak mentah berat dalam talian paip.

Selain daripada itu mikroorganisma digunakan untuk pembersihan dalam kejadian tumpahan minyak. Di Jepun mikroorganisma jenis *Azobacter* digunakan untuk membersihkan tumpahan minyak.

iii. Perawatan Minyak

Penyahan sulfur adalah penting dalam pemprosesan petroleum dan gas. Beberapa jenis mikroorganisma seperti *Desulfovibrio SPP* boleh menguraikan sebatian sulfur yang terdapat dalam petroleum. Begitu juga *Chlorobrium thiosulfatophilum* telah digunakan dalam pemulihan gas kilang penapis dan juga asid, hydrogen sulfida dan karbon dioksida. Usaha sekarang ialah ke arah memajukan proses ini kepada proses berterusan.

Kesimpulan

Sebenarnya bidang bioteknologi amat luas dari segi penggunaannya. Ia bertambah dari masa ke semasa. Untuk memanfaatkan teknologi ini gabungan bidang mikrobiologi, genetik, biokimia dan kejuruteraan proses diperlukan. Mengikut teori hampir kesemua bahan kimia organik boleh disintesis melalui proses biologi. Allah Maha Kaya dan kesemua ilmu datang daripadaNya. Wallahualam.

Rujukan

1. SMITH J.E., 'Biotechnology Principles'. Van Nostrand Reinhold (UK) . Co. Ltd. 1985.
2. ALAN WISEMAN A, 'Principles of Biotechnology'. Surrey University Press 1985.
3. ROSEN C.G., 'Biotechnology It's Time To Scale Up and Commercialize', Chem. Tech, October 1987: 612 - 618.
4. MILLER R and MELICK M, 'Modelling Bioreecton', Chemical Engineering. February 16, 1987. 112 - 120.
5. JANSHEKA H, 'Microbial Product for Injection', Biotech 1983. Online Conferences Ltd.
6. WHITAKER A and STANBURY PF Principles of Fermentation Technology. Pergamon Press 1984.
7. TANAKA M, 'Biotechnology in Japan', Biotech 1983.